



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 01 290 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 05 B 3/34
H 05 B 3/10
B 60 N 2/00

⑳ Aktenzeichen: P 41 01 290.9
㉑ Anmeldetag: 17. 1. 91
㉒ Offenlegungstag: 23. 7. 92

DE 4101290 A 1

㉑ Anmelder:

Wärme- und Elektrotechnik B. Ruthenberg GmbH,
8000 München, DE

㉒ Vertreter:

von Fünér, A., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ebbinghaus,
D., Dipl.-Ing.; Finck, K., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

von Schleib

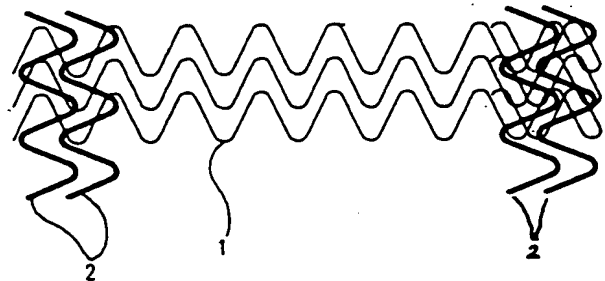
㉓ Erfinder:

Lorenzen, Günter, 8037 Olching, DE; Limmer,
Gerhard, 8250 Dorfen, DE; Schuller, Ferdinand, 7470
Albstadt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔ Elektrisches Flächenheizelement

- ㉕ Ein elektrisches Flächenheizelement besteht aus wellenförmig verlegten Kontaktleitern 2, zwischen denen wellenförmige, parallel zueinander verlegte und geschaltete Heizleiter 1 angeordnet sind. Durch die wellenförmige Verlegung beider Heizleiterarten 1, 2 berühren sie sich an mehr als nur einer Stelle, so daß ein sicherer Kontakt gewährleistet ist. Die wellenförmige Verlegung beider Heizleiterarten gewährleistet ferner eine gute Anpassungsfähigkeit und Flexibilität des Flächenheizelements. Durch die Parallelschaltung der Heizleiter 1 wird eine hohe Sicherheit und Unempfindlichkeit des Flächenheizelements gegen Beschädigungen erreicht.



DE 4101290 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein elektrisches Heizflächenelement mit zwischen Kontaktleitern wellenförmig, parallel zueinander verlegten Heizleitern, insbesondere für Automobilsitze.

Bei bekannten Flächenheizelementen ist ein linienförmiger Heizleiter zwischen zwei Kunststoffmatten in einer Ebene mehr oder weniger gleichmäßig verteilt angeordnet. Der Heizleiter bildet dabei einen einzigen Linienzug zwischen den beiden elektrischen Anschlußpunkten.

Vorteilhaft ist an dem bekannten Flächenheizelement, daß sich die Verlegungsart praktisch jeder beliebigen gewünschten Heizleistungskonzentration und jeder geometrischen Variation verhältnismäßig leicht anpassen läßt.

Mit diesen Vorteilen gehen aber einige Nachteile einher: Aus der Bordspannung bei Kraftfahrzeugen der meist durch den Sitz vorgegebenen beheizten Fläche, einer sinnvollen Heizleiterlänge von etwa drei bis zehn Meter und einem Heizleiterquerschnitt, der möglichst klein sein sollte, damit man den Heizleiter durch einen Sitzbezug hindurch nicht spürt, kommt man zwangsläufig zu Heizleitermaterialien, deren Leitfähigkeit im Bereich der von Kupfer liegt.

Wirtschaftlich interessantere niederohmige Materialien gibt es nicht. Hochohmigere, z. B. ferritische oder auf leitfähigen Kunststoffen basierende Materialien ergeben bei der bekannten Verlegung der Heizleiter keine flächendeckende Heizleistungsverteilung oder recht dicke und damit bei den meisten Anwendungen durch den Sitzbezug spürbare Heizleiter.

Auf Kupfer aufbauende Heizleiter oder Litzen haben keine hohen Reißfestigkeiten und Biegeweichseigenschaften. Dieser Nachteil wird dadurch zu beheben versucht, daß die Heizlitzen mit mechanisch und thermisch hochwertigen Isolierungen versehen oder sehr hoch verseilt werden mit einer hohen Anzahl dünner Einzeldrähte. Beide Maßnahmen wirken kostensteigernd.

Die vergleichbar geringe Heizleiterfestigkeit kann zu Schwierigkeiten führen, wenn ein solches Heizelement in den Bezug eines Sitzes eingenäht werden muß. Ein Nadeltreffer kann zur vollständigen Unterbrechung des Heizleiters und damit zum sofortigen Ausfall oder zu einer Schwächung des Querschnittes führen, mit der Folge, daß es hier im späteren Betrieb zu erhöhten Temperaturen kommt und der Heizleiter schließlich unterbrochen wird. Knicke können eben solche Folgen haben.

Aus den gleichen Gründen sind U-förmige Durchführungen durch Tunnelbereiche im Schaumteil eines Sitzes kritisch, da diese Bereiche normalerweise mechanisch hochbelastet werden. Deswegen sind Sondermaßnahmen wie zusätzliche Verstärkungseinlagen erforderlich.

Unabhängig davon, ob ein einzelner Heizleiter von Hand oder automatisch verlegt wird, benötigt dieser Vorgang eine bestimmte Zeit zwischen einer halben und drei Minuten je Teil, die einen beträchtlichen Kostenanteil am gesamten Heizelement ausmacht.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein elektrisches Flächenheizelement, insbesondere für Sitzheizungen zu schaffen, das einfach und billig herstellbar ist, das an jede gewünschte Heizleistungskonzentration und geometrische Sitzform anpaßbar ist und unempfindlich ist gegen die bei der Herstellung und im späteren Betrieb

eintretenden Belastungen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein elektrisches Flächenheizelement gelöst, bei dem zwischen wellenförmig verlegten Kontaktleitern wellenförmig und parallel zueinander verlegte Heizleiter vorgesehen sind.

Dabei gilt ein elektrisches Flächenheizelement als aus der älteren DE-A-40 20 580 als bekannt, bei dem zwischen Kontaktleitern wellenförmig verlegte Heizleiter parallel zueinander angeordnet und geschaltet sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Flächenheizelement wird bei vergleichbarer Heizfläche nicht ein Heizleiter von einem Punkt zu einem anderen verlegt, sondern es werden eine Vielzahl von Heizleitern parallel zueinander in der Fläche verlegt. Die wellenförmige Verlegung erfolgt, um eine bessere Anpassungsfähigkeit an die jeweilige Sitzform und den Sitzbereich zu erzielen, längs einer gekrümmten, vorzugsweise periodisch oder nicht periodisch wellenförmigen Hahn, z. B. mäander-, dreiecks-, oder sinusförmig. Die elektrische Kontaktierung der parallel zueinander angeordneten und geschalteten Heizleiter erfolgt jeweils in zu den Heizleitern meist senkrecht verlaufenden Kontaktleitern an den beiden einander gegenüberliegenden Rändern der Heizfläche.

Bei dem erfindungsgemäßen Flächenheizelement können mehrere, wenn nicht alle Heizleiter in einem Arbeitsgang parallel verlegt werden, so daß beim Verlegen jeweils nur eine Bewegung erforderlich ist, deren Länge der Breite des Heizelements entspricht. Hierdurch reduziert sich die zum Verlegen der Heizleiter erforderliche Zeit gegenüber dem herkömmlichen Heizelement auf 10% oder weniger, was einen erheblichen Kostenvorteil bedeutet.

Mit dieser Art der Heizleiteranordnung kann insgesamt eine Vielzahl von Geometrievarianten abgedeckt werden.

Die Art der Anordnung vieler paralleler, elektrisch an die Bordspannung eines Kraftfahrzeugs angeschlossener Heizleiter führt zu anderen spezifischen Leitwerten der Heizleiter. Sie ermöglicht Heizleiter aus Eisen oder Stahl und Legierungen hieraus. Die Heizleiter selbst haben dabei einen Durchmesser von weniger als 0,1 mm. Die Festigkeit der Stahlheizleiter ist gegenüber Kupferleitern erheblich höher. Bei sitzspezifischen Biege- und Wechseltests wurden zwischen den herkömmlichen isolierten Kupferlitzen und einem derartigen Stahlheizleiter Biege- und Wechselseigenschaften gemessen, die um den Faktor 100 höher waren.

Gegenüber Kupferheizleitern muß dabei ein einzelner Stahlheizleiter eine wesentlich geringere Strombelastung tragen, die etwa bei 0,1 A liegt. Damit ist auf der einen Seite das Problem von Oberhitzungen praktisch ausgeschlossen. Wegen des geringen Durchmessers ist es äußerst unwahrscheinlich, daß ein Heizleiter beim Vernähen von der Nadel der Nähmaschine getroffen wird. Sollte er getroffen werden, wird er meist seitlich ausweichen, so daß es kaum zu Beschädigungen kommen kann. Aber selbst wenn ein einzelner Heizleiter vollständig bricht, beeinträchtigt dies nicht die Brauchbarkeit des Heizelements.

Da nicht, wie beim bekannten Kupferheizleiter Ströme von 4 bis 8 A zu übertragen sind, läßt sich auch die Kontaktierung der Heizleiter mit den Kontaktleitern wesentlich vereinfachen.

Erfindungsgemäß sind nicht nur die Heizleiter, sondern auch die Kontaktleiter längs gekrümmter Bahnen, d. h. periodisch oder aperiodisch wellenförmig angeordnet. Dies hat zum einen den Vorteil, daß sich das Flä-

chenheizelement auch in Richtung der Kontakteiter beliebig dehnen und stauchen läßt und während des Betriebs den dauernden Bewegungen des Sitzes nachgeben kann. Hauptvorteil dieser Ausführungsform der Kontakteiter ist aber, daß sich schon bei Verwendung eines einzigen Kontakteiters häufig mehrere Kontaktpunkte mit einem Heizleiter ergeben. Eine hohe Sicherheit erzielt man, wenn zwei oder mehr Kontakteiter nebeneinander verlegt werden. Darüberhinaus ist es möglich, einen oder nochmals mehrere Kontakteiter zusätzlich auf die Unter- und Oberseite der Heizleiter zu legen, oder auch umgekehrt, wodurch die Anzahl der redundanten Kontaktierungen verdoppelt wird.

Eine weitere Erhöhung der Redundanz ist möglich, wenn man die Heizleiter im Kontaktierungsbereich zunächst über den oder die Kontakteiter hinaus und dann wieder zurück führt.

Der Verlauf der Heizleiter und der Kontakteiter wird im allgemeinen gleich oder ähnlich ausgeführt, d. h. daß z. B. sinusförmig verlegte Heiz- und Kontakteiter gleiche "Wellenlänge" und "Amplitude" haben, die Wellen also gleich hoch und gleich lang sind.

Führt man in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform die Länge der Welle von Heiz- und Kontakteiter unterschiedlich aus, wobei vorzugsweise die Wellenlänge der Kontakteiter wesentlich kleiner ist als die der Heizleiter, so läßt sich die Anzahl der Kontaktstellen weiter erhöhen.

Eine besonders sichere Verbindung ergibt sich, wenn die Heizleiter und die Kontakteiter miteinander verschlungen oder vernäht sind.

Die Kontakteiter bestehen vorzugsweise aus hochpoligen Litzen mit Einzeldrähten im Durchmesserbereich von 0,05 mm. Das Material ist vorzugsweise Kupfer, die Oberfläche versilbert, verzinkt oder vorzugsweise vernickelt, um einen möglichst niedrigen Übergangswiderstand zwischen Kontakt- und Heizleitern zu erzielen.

Ferner können die Kontakteiter aus einem flexiblen, stauch- und dehnbaren, gewirkten oder gewebten Band bestehen.

Der Gesamtquerschnitt der Kontakteiter soll im gleichen Bereich liegen wie der der zugehörigen Anschlußkabelbäume, d. h. zwischen etwa 0,5 und etwa 0,1 mm². Dieser Querschnitt wird je nach Einzelausführung auf die verschiedenen, parallel zueinander geführten Kontakteiter verteilt.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Flächenheizelements anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel für die gegenseitige Anordnung der Heiz- und Kontakteiter,

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Heizleiter auf ein Kontakteiterband gelegt sind, wobei die "Wellenlänge" des Kontakteiters wesentlich kleiner ist als die der Heizleiter,

Fig. 3 in perspektivischer Darstellung eine Kontakteiterbahn mit zwei an deren Rändern verlaufenden Kontaktstreifen,

Fig. 4 und 5 den Querschnitt eines Flächenheizelements in ausgezogener Darstellung bzw. nach dem Zusammenbau,

Fig. 6 die Draufsicht auf ein Flächenheizelement mit unbeheizten Bereichen,

Fig. 7 die Draufsicht auf ein trapezförmiges Flächenheizelement,

Fig. 8 die Draufsicht auf ein trapezförmiges Flächen-

heizelement mit einem unbeheizten Bereich,

Fig. 9 die Draufsicht auf eine Sitzfläche,

Fig. 10 die Draufsicht auf ein Flächenheizelement für den Sitz der Fig. 9,

Fig. 11 die Draufsicht auf eine Ausführungsform, bei der die Heizleiter und die Kontakteiter miteinander verschlungen sind und

Fig. 12 die Draufsicht auf eine Ausführungsform, bei der als Kontakteiter ein flexibles Band verwendet ist.

Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Flächenheizelements mit mehreren wellenförmigen, parallel zueinander verlegten Heizleitern 1 (nur drei sind gezeigt), die an den Rändern des Heizelements, in Fig. 1 links und rechts, Kontakteiter 2 berühren. Auf der linken Seite der Fig. 1 sind zwei wellenförmig verlegte Kontakteiter 2 gezeigt, die gemeinsam an einen Pol einer Spannungsquelle angeschlossen sind.

Auch auf der rechten Seite der Fig. 1 sind zwei Kontakteiter 2 gezeigt, wobei im Unterschied zu der Darstellung auf der linken Seite der Fig. 1 die Heizleiter 1 zunächst über die Kontakteiter 2 hinausgeführt und dann zurückgebogen sind. Der Abstand der beiden Kontakteiter 2 auf der linken wie rechten Seite ist etwa gleich der "halben Wellenlänge" der Heiz- und Kontakteiter 1 bzw. 2.

In der auf der linken Seite der Fig. 1 gezeigten Ausführungsform berührt jeder Kontakteiter 2 jeden Heizleiter 1 abwechselnd jeweils drei- bzw. einmal, so daß, da die Kontakteiter 2 parallel geschaltet sind, insgesamt vier Kontaktstellen vorhanden sind. Durch die auf der rechten Seite der Fig. 1 gezeigte Ausführungsform läßt sich die Anzahl der Kontaktstellen praktisch verdoppeln.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform des Flächenheizelements, bei der die "Wellenlänge" der Kontakteiter 2 wesentlich kleiner (etwa 1/3) ist als die der Heizleiter 1. Die bzw. der Kontakteiter 2 ist auf einem Trägerband 3 befestigt; sie bilden zusammen einen Kontaktstreifen 4. Das Trägerband 3 kann beispielsweise aus einem selbstklebenden Streifen bestehen. Auch können die Kontakteiter auf das Trägerband 3 aufgenäht oder als Borte, z. B. auch in das Band der Fig. 3, eingewebt oder eingewirkt sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind gemäß Fig. 3 entweder die Kontakteiter 2 selbst oder Kontaktstreifen 4 längs der Ränder eines vorgefertigten Kontaktbandes 5 verlegt. Bei der Herstellung der Flächenheizelemente brauchen die Heizleiter 1 lediglich quer zur Längsrichtung des Kontaktbandes 5 auf dasselbe aufgelegt zu werden. Auch ist es möglich, die Heizleiter 1 auf ein dem Band 5 entsprechendes Band aufzulegen und daran zu befestigen und anschließend die beiden Bänder derart miteinander zu verbinden, daß die Heizleiter 1 die Kontaktbänder 3 kreuzen und beide Leiterarten einander berühren (vielfach redundant).

Fig. 4 und 5 zeigen jeweils im Querschnitt ein Flächenheizelement, wobei in Fig. 4 die einzelnen Teile der besseren Übersicht halber auseinandergezogen sind.

Analog der Darstellung der Fig. 3 sind auf ein Basismaterial 6 zwei Trägerstreifen 3 mit den daran befestigten Kontakteitern 2 aufgelegt. Quer zu den Kontakteitern 2 und Trägerbändern 3 verlaufen die Heizleiter 1. Das ganze ist mit einem Deckstreifen abgedeckt, wobei das Basismaterial 6 z. B. aus Schaumstoff mit einer Dicke von 1 bis 5 mm und das Deckmaterial 7 aus einem Gewirk, Gewebe, aus Folie oder einer zweiten Schaumstoffschicht besteht. Das ganze ist durch thermoreaktive Flächenverklebung zu einem einheitlichen Flächenheiz-

feuchte
aus
Folie

element verbunden, wobei die Kontakteiter 2 selbstverständlich an Anschlußklemmen herausgeführt sind. Der nötige Kontaktdruck wird einzig durch die federnden Eigenschaften der Materialien, also des Basismaterials 6, des Trägerstreifens 3 und des Deckmaterials gewährleistet und nach Einnähen in den Sitz und bei Belastung verstärkt.

Bei besonders hohen Belastungen kann der Verbund zwischen den Heizleitern und den Kontakteitern durch eine formschlüssige Verbindung, beispielsweise eine Naht 26 verstärkt werden.

Fig. 6 zeigt die Draufsicht auf ein Flächenheizelement (nach Abnehmen des Basismaterials oder des Deckmaterials 7 nach Fig. 4, 5). Die Heizleiter 1 sind gleichmäßig über das Flächenheizelement verteilt. Durch Weglassen oder Heraustrennen einzelner oder einer Gruppe von Heizleitern läßt sich zwischen beheizten Bereichen 8, 9 sehr leicht ein unbeheizter Bereich 10 bilden.

Bei Bedarf kann das Flächenheizelement mit praktisch beliebigen Grundflächenformen ausgebildet werden. Ein Beispiel ist in Fig. 7 gezeigt, wo das Flächenheizelement eine trapezförmige Grundfläche hat, wobei der Abstand der Kontaktstreifen dem Verlauf der nichtparallelen Kanten des Trapezes folgt. Zur Steuerung oder Vergleichmäßigung der Wärmeverteilung ist der Heizleiterabstand d an der kürzeren Seite des Trapezes größer als an der längeren und wird zur jeweils anderen Seite stetig oder unstetig kleiner bzw. größer.

Fig. 8 zeigt ein Flächenheizelement, bei dem zusätzlich zu den äußeren Kontaktstreifen 3 im mittleren Bereich zusätzlich ein Kontaktstreifen 11 annähernd dreieckförmig verlegt ist, wobei die Schenkel des Dreiecks etwa parallel zur Hauptkontaktierung verlaufen. Verbindet man die beiden an der längeren Kante des Trapezes liegenden Enden des Kontaktstreifens 11 durch eine Brücke 12 miteinander, so bleibt der vom Kontaktstreifen 11 umschlossene dreieckförmige Bereich 13 unbeheizt.

Um darzustellen, wie variabel das erfindungsgemäße Flächenheizelement ist, sei schließlich auf die in Fig. 9 gezeigte Draufsicht eines Sitzes 14 verwiesen, der nur in den Bereichen 15, 16, 17 und 18 beheizt werden soll, während die dazwischen liegenden grabenförmigen Vertiefungen 21 unbeheizt bleiben sollen.

Es ist nun nicht notwendig, Flächenheizelemente bereitzustellen, deren Form und Größe jeweils denen der zu beheizenden Bereiche 15, 16, 17 und 18 entspricht. Vielmehr läßt sich ein einziges Flächenheizelement der in Fig. 10 gezeigten Art verwenden, bei dem an der Vorder- und Hinterkante des Sitzes jeweils die Kontaktstreifen 4 verlaufen, die zur Stromzuführung zu den Heizleitern 1 dienen. Die den Vertiefungen 19 und 20 entsprechenden Bereiche des Flächenheizelements sind durch Weglassen oder Herausschneiden der Heizleiter 1 gebildet, während der der Vertiefung 21 entsprechende Bereich durch zwei Kontaktstreifen 22 umrandet ist, die durch eine Brücke 23 kurzgeschlossen sind. Auf diese Weise bleiben die den Vertiefungen 19, 20 und 21 entsprechenden Bereiche des Flächenheizelements unbeheizt.

Statt der Brücke 23 oder der Brücke 12 in Fig. 8 kann auch ein durchgehender Kontaktstreifen 22 bzw. 11 verwendet werden.

Fig. 11 zeigt die Draufsicht auf eine Ausführungsform, bei der die Heizleiter 1 und die Kontakteiter 2 miteinander verschlungen sind. Hier ist die Verschlingung durch in den Heizleitern 1 gebildete Schlingen gebildet, wobei es gegebenenfalls ausreicht, an jedem

zweiten oder dritten usw. Kreuzungspunkt eine Schlinge vorzusehen und die Schlingen schachbrettartig zu staffeln.

Bei der Ausführungsform der Fig. 12 bestehen die Kontakteiter aus einem flexiblen, stauch- und dehnbaren Band 25 aus einem Metallgewirk oder -geflecht, das gegebenenfalls mit einem metallischen Schutzüberzug (Nickel, Zinn, Silber) versehen ist.

Patentansprüche

1. Elektrisches Flächenheizelement mit zwischen Kontakteitern (2) wellenförmig parallel zueinander verlegten Heizleitern (1), dadurch gekennzeichnet, daß auch die Kontakteiter (2) wellenförmig verlegt sind.
2. Flächenheizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils mehrere Kontakteiter (2) an jedem Ende der Heizleiter (1) parallel zueinander verlegt und geschaltet sind.
3. Flächenheizelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge und die Amplitude der Wellen der Heiz- und Kontakteiter (1 bzw. 2) einander im wesentlichen gleich sind.
4. Flächenheizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Wellen der Kontakteiter (2) wesentlich kürzer ist als die der Heizleiter (1).
5. Flächenheizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizleiter (1) an ihren Enden über die Kontakteiter (2) hinweg und wieder über diese zurück geführt sind.
6. Flächenheizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizleiter (1) auf untere Kontakteiter (2) aufgelegt und auf die Heizleiter (1) wiederum Kontakteiter (2) aufgelegt sind.
7. Flächenheizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizleiter (1) und die Kontakteiter (2) miteinander verschlungen oder miteinander vernäht sind.
8. Flächenheizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakteiter (2) auf einem Trägerband (3) verlegt sind.
9. Flächenheizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß unbeheizte Bereiche (10) durch Weglassen oder Herausschneiden der Heizleiter (1) oder durch Umranden mittels eines Kontakteiters (11, 22) und Kurzschließen seiner Enden gebildet sind.
10. Flächenheizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der/die Kontakteiter (2) aus einem flexiblen, stauch- und dehnbaren Band (25) bestehen.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

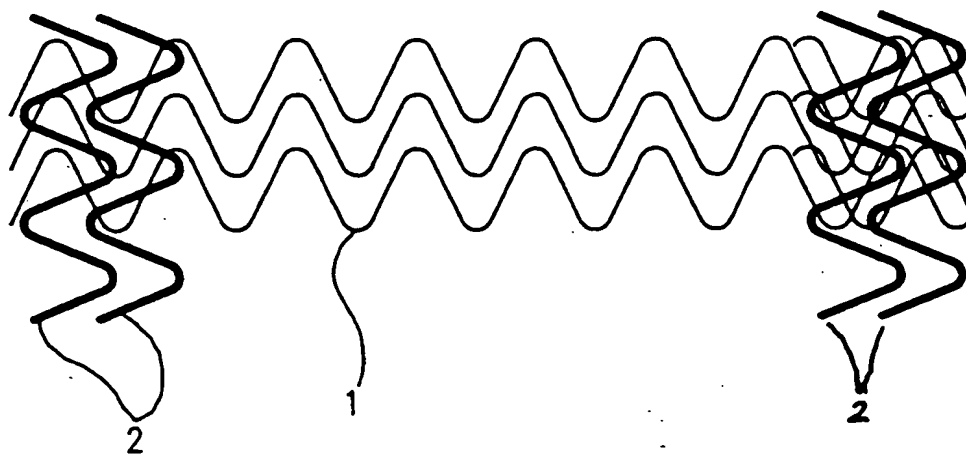


Fig. 2

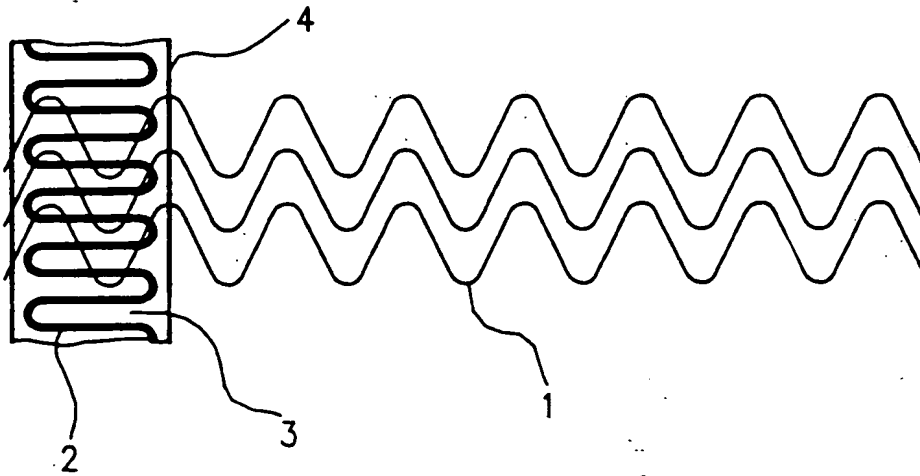


Fig. 3

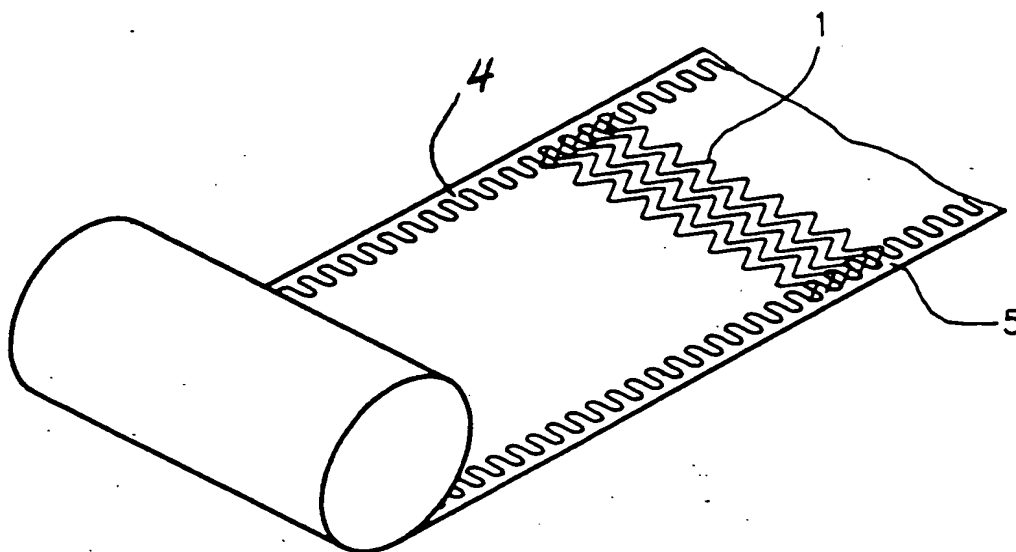


Fig. 5

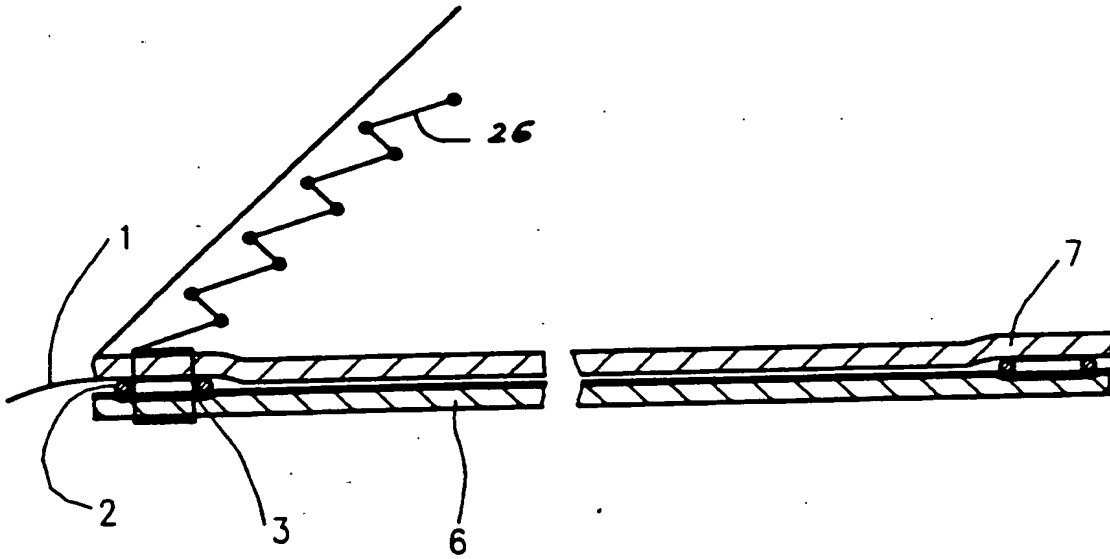


Fig. 4

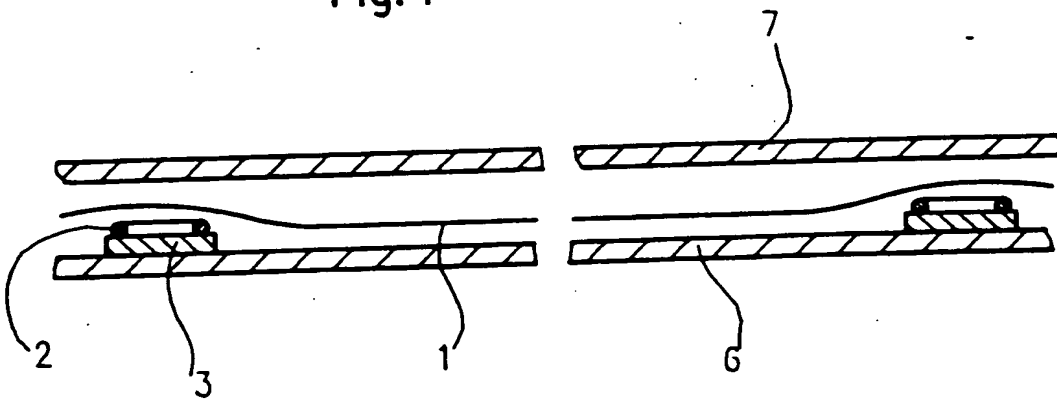


Fig. 6

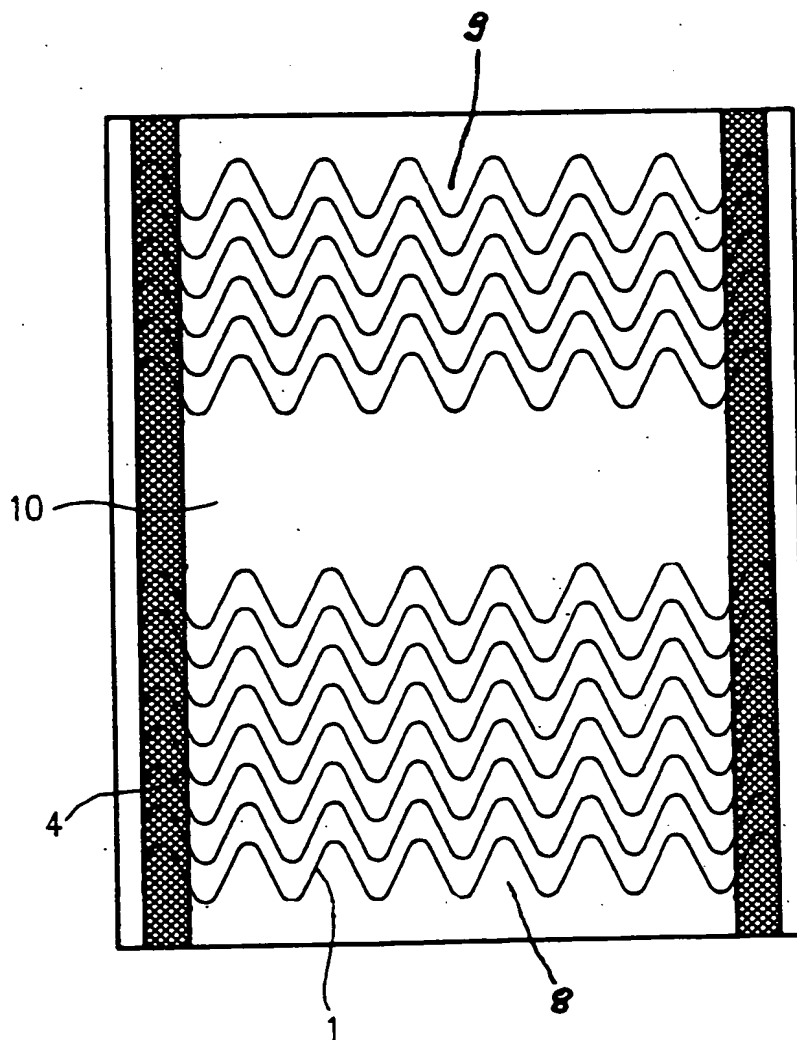


Fig. 7

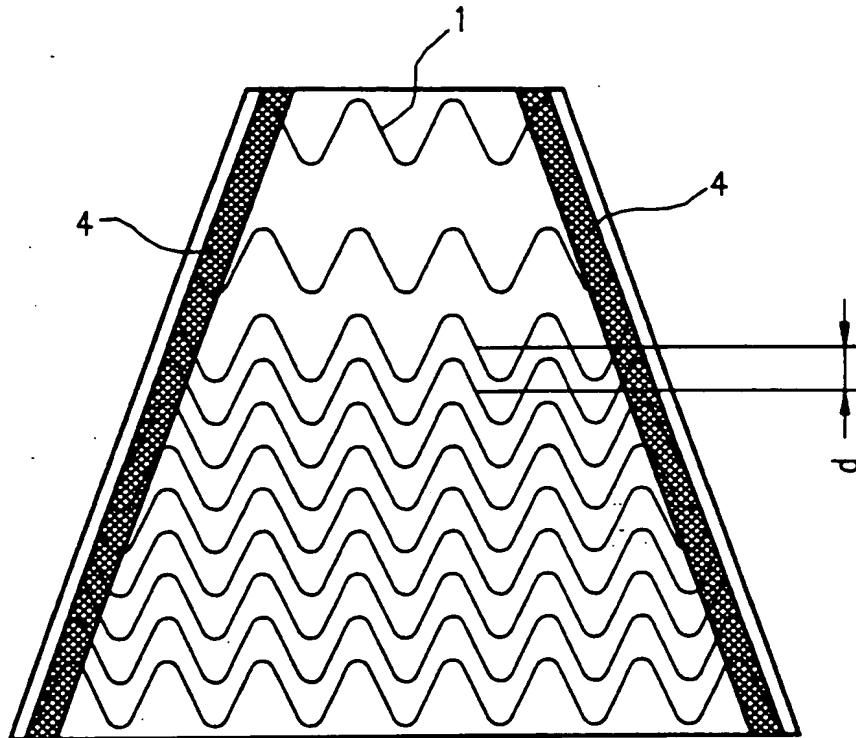


Fig. 8

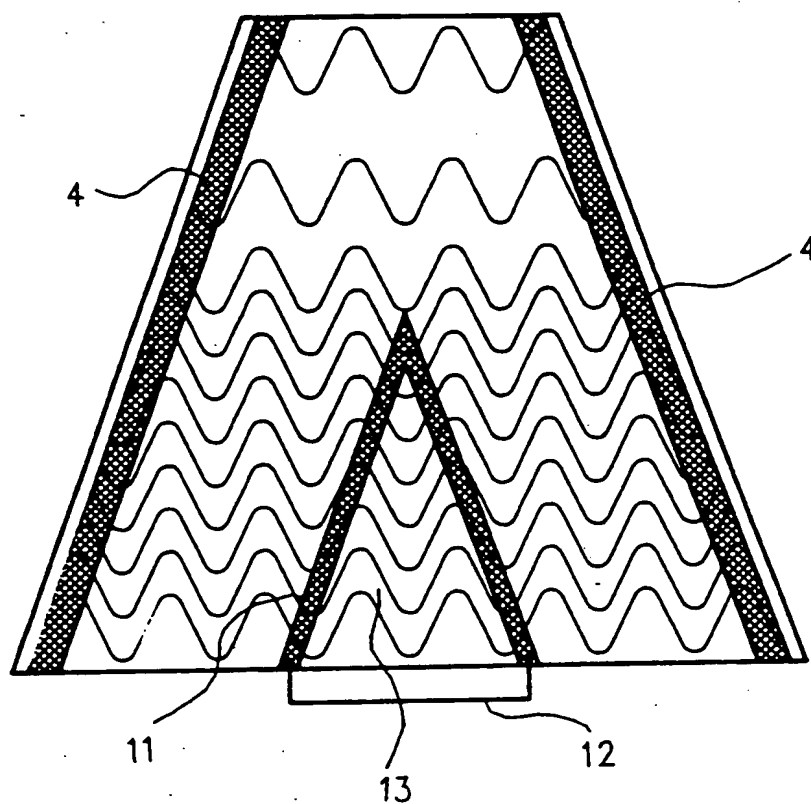


Fig. 9

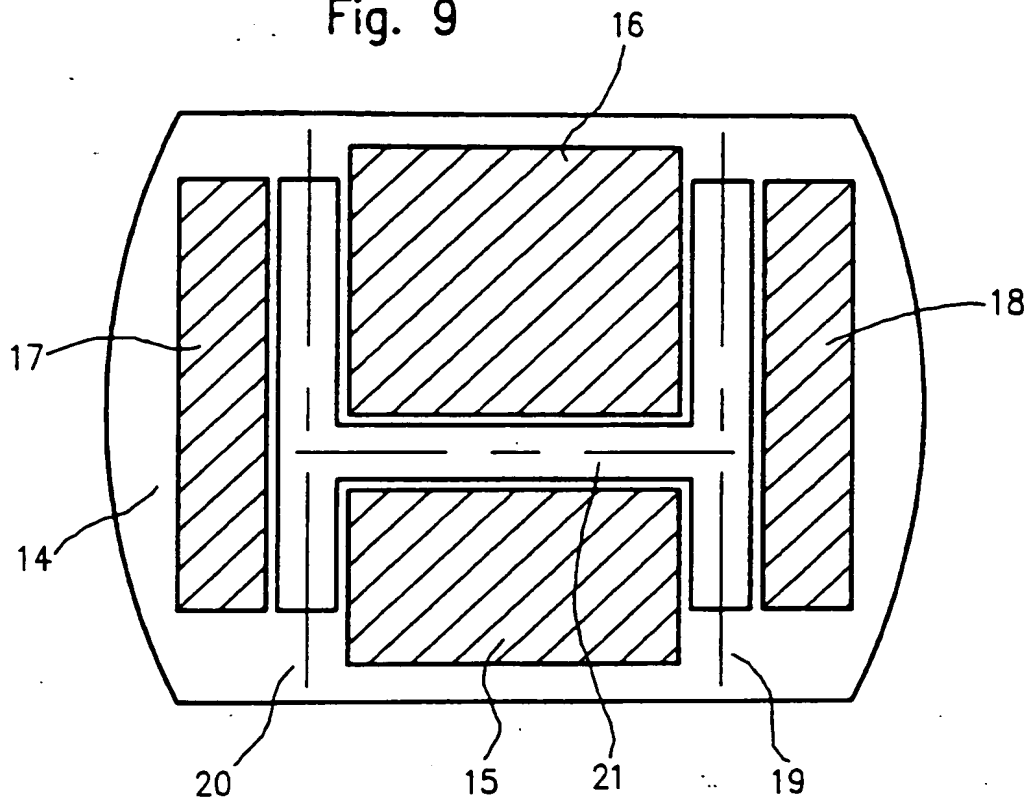


Fig. 10

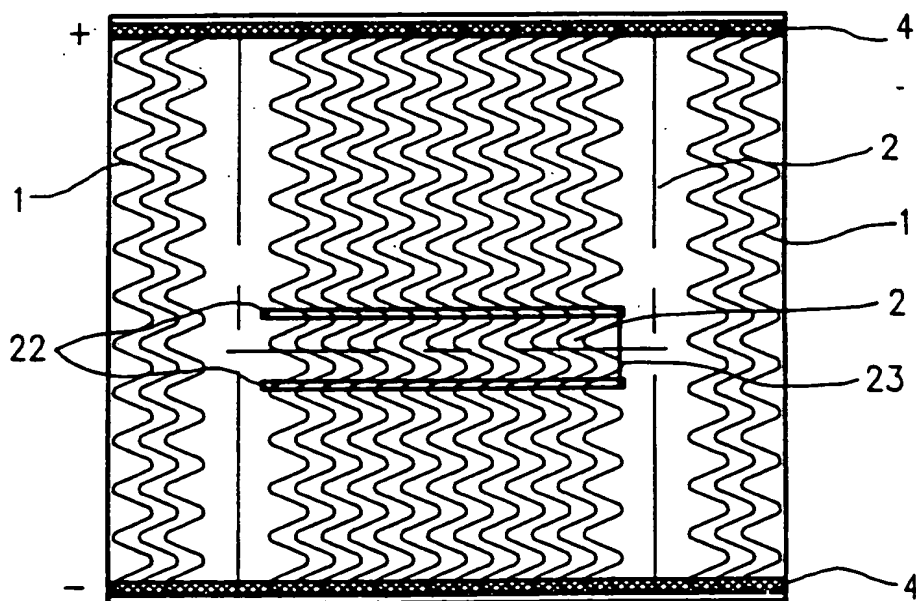


Fig. 11

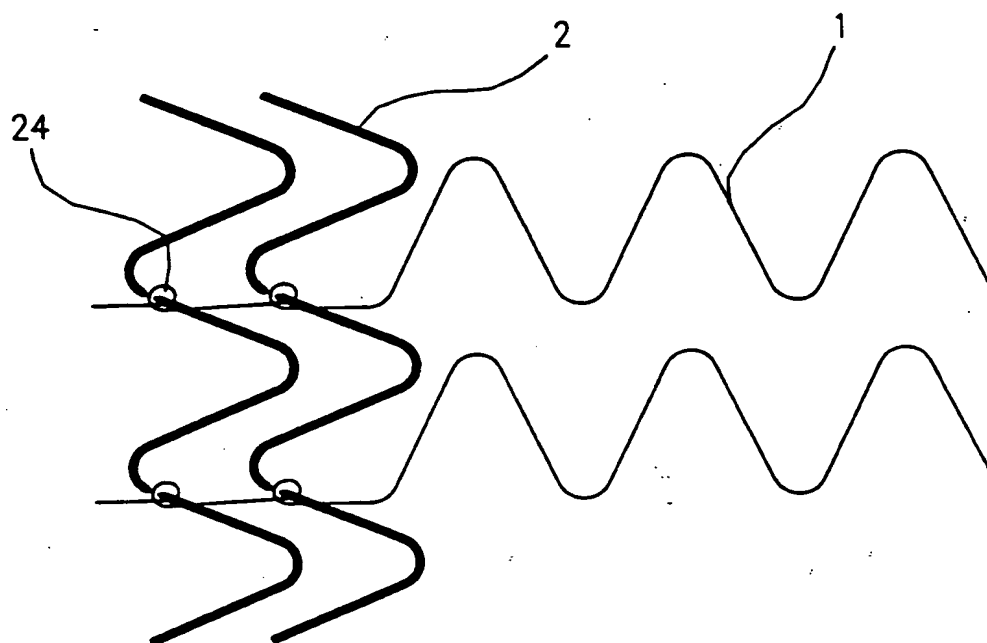


Fig. 12

